

D2

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/017385 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 33/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02047

(22) Internationales Anmeldedatum:  
5. Juni 2002 (05.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
101 39 723.2 13. August 2001 (13.08.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUR, Johannes** [DE/DE]; Am Haslach 9, 93180 Deuerling (DE). **EISERT, Dominik** [DE/DE]; Agricolaweg 11, 93049 Regensburg (DE). **HÄRLE, Volker** [DE/DE]; Eichenstrasse 35, 93164 Waldetzenberg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING, HERMANN & FISCHER**; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

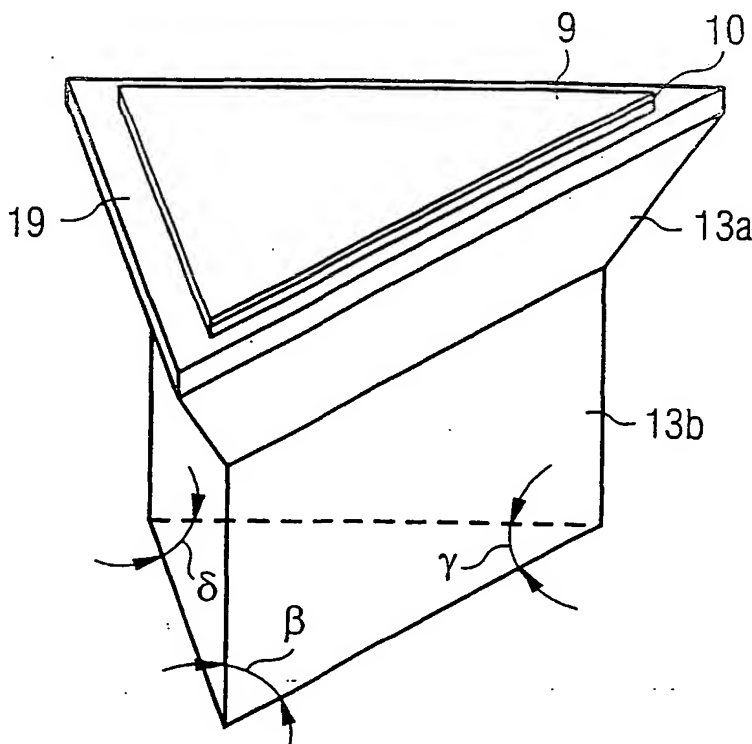
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RADIATION-EMITTING CHIP AND RADIATION-EMITTING COMPONENT

(54) Bezeichnung: STRALUNGSEMITTIERENDER CHIP UND STRALUNGSEMITTIERENDES BAUELEMENT



(57) Abstract: The invention relates to a radiation-emitting chip (2) with a radiation-transparent window (5), having a refractive index  $n_F$  and a primary surface (19). Said chip has also a multilayer structure (9), including a radiation-active layer (10) and adjacent to the primary surface (19) of the window (5), as well as a radiation-transparent medium, having the refractive index  $n_0$  and surrounding the window (5). According to the invention, said window (5) has at least two boundary surfaces (6, 7), which enclose an angle  $\beta$ , for which the inequation  $90^\circ - \alpha_1 < \beta < 2 \alpha_1$  with  $\alpha_1 = \arcsin(n_0/n_F)$  is satisfied. The invention relates also to a radiation-emitting component, including such a chip (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt einen strahlungsemitierenden Chip (2) mit einem strahlungsdurchlässigen Fenster (5), das einen Brechungsindex  $n_F$  besitzt und eine Hauptfläche (19) aufweist, einer Mehrschichtstruktur (9), die eine strahlungsaktive Schicht (10) enthält und an die Hauptfläche (19) des Fensters (5) angrenzt und einem das Fenster (5) umgebenden, strahlungsdurchlässigen Medium mit dem Brechungsindex  $n_0$ , wobei das Fenster (5) mindestens zwei Begrenzungsflächen (6, 7) aufweist, die einen Winkel  $\beta$  einschliessen,

für den die Ungleichung  $90^\circ - \alpha_1 < \beta < 2 \alpha_1$  mit  $\alpha_1 = \arcsin(n_0/n_F)$  erfüllt ist. Weiterhin beschreibt die Erfindung ein strahlungsemitierendes Bauelement, das einen derartigen Chip (2) enthält.

WO 03/017385 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

Strahlungsemittierender Chip und strahlungsemittierendes Bauelement

5

Die Erfindung betrifft einen strahlungsemittierenden Chip nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein strahlungsemittierendes Bauelement nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 19.

10

Ein strahlungsemittierender Chip der genannten Art weist in der Regel eine Mehrschichtstruktur mit einer aktiven strahlungserzeugenden Schicht auf, die auf ein Substrat aufgebracht ist. Die Strahlungsauskoppelung erfolgt zumindest teilweise durch das Substrat hindurch, wobei das Substrat für die erzeugte Strahlung transparent ist.

15

Die Strahlungsausbeute wird bei dieser Anordnung durch Totalreflexion an der Substratoberfläche oftmals stark eingeschränkt. Diese Problematik tritt besonders bei Substraten mit einem hohen Brechungsindex, beispielsweise einem SiC-Substrat, und einem dementsprechend kleinen Totalreflexionswinkel auf.

20

In besonderem Maße ist dies bei einem Substrat mit einem quadratischen oder rechteckigen Querschnitt der Fall, bei dem mehrfache, aufeinanderfolgende Totalreflexionen die Strahlungsausbeute begrenzen. Dies ist beispielhaft in Figur 8 dargestellt. Gezeigt ist hier ein Schnitt durch ein strahlungsdurchlässiges Substrat 20. Trifft ein in der Schnittebene propagierender Strahlungsanteil 1 auf eine Grenzfläche des Substrats 20 auf, so wird er zumindest teilweise ausgekoppelt, wenn der Einfallswinkel  $\theta_1$  kleiner als der Totalreflexionswinkel  $\alpha_t$  ist. Einfallswinkel und Totalreflexionswinkel beziehen sich hier und im folgenden auf die Grenzflächennormale.

30

35

## 2

Ist der Einfallswinkel  $\theta_1$  wie dargestellt größer als der Totalreflexionswinkel  $\alpha_t$ , so wird der betreffende Strahlungsanteil 1 totalreflektiert. Durch den Totalreflexionswinkel  $\alpha_t$  ist somit ein sogenannter Auskopplungskegel 3, im Schnitt  
5 dargestellt durch die gestrichelten Begrenzungen 4a, 4b, festgelegt, dessen Öffnungswinkel  $2\alpha_t$  beträgt. Trifft der betreffende Strahlungsanteil 1 so auf die Grenzfläche, daß er innerhalb des Auskopplungskegels 3 liegt, so wird er zumindest teilweise ausgekoppelt, andernfalls totalreflektiert.

10

Im dargestellten Beispiel weist das Substrat 20 einen quadratischen Querschnitt auf. Der Strahlungsanteil 1 trifft fortlaufend außerhalb des Auskopplungskegels 3 auf die Grenzflächen des Substrats 20. Der Strahlungsanteil 1 läuft daher unter  
15 mehrfacher Totalreflexion zyklisch im Substrat 20 um und wird schließlich absorbiert, ohne vorher ausgekoppelt zu werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen strahlungsemit-  
20 tierenden Chip mit verbesserter Strahlungsauskopplung zu schaffen. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein strahlungsemit-  
tendes Bauelement mit verbesserter Strahlungsausbeute anzugeben.

25 Diese Aufgabe wird durch einen Chip gemäß Patentanspruch 1 bzw. ein Bauelement gemäß Patentanspruch 19 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

30 Erfindungsgemäß ist vorgesehen, einen strahlungsemitierenden Chip mit einem strahlungsdurchlässigen, einen Brechungsindex  $n_F$  und eine Hauptfläche aufweisenden Fenster und einer Mehrschichtstruktur, die eine strahlungserzeugende aktive Schicht  
35 umfaßt und an der Hauptfläche des Fensters angeordnet ist; zu bilden, wobei das Fenster von einem Medium mit einem Brechungsindex  $n_0$ , der kleiner als der Brechungsindex des Fensters  $n_F$  ist, umgeben ist und mindestens zwei Begrenzungsflä-

3

chen aufweist, die einen Winkel  $\beta$  einschließen, für den die Doppelungleichung

$$90^\circ - \alpha_t < \beta < 2 \alpha_t$$

5

erfüllt ist. Diese Ungleichung wird im folgenden als Auskoppelbedingung bezeichnet.  $\alpha_t$  bezeichnet hierbei den Totalreflexionswinkel für die Grenzfläche zwischen Fenster und umgebenden Medium und ist gegeben durch

10

$$\alpha_t = \arcsin (n_0/n_F).$$

Diese Formgebung des Fensters besitzt den Vorteil, daß Strahlungsanteile, die an einer der beiden den Winkel  $\beta$  einschließenden Begrenzungsflächen totalreflektiert werden, an der entsprechenden anderen Begrenzungsfläche ausgekoppelt werden. Fortlaufende, mehrfache Totalreflexionen werden so reduziert und die Strahlungsausbeute verbessert.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das Fenster Auskoppelstrukturen auf, die zumindest teilweise von Flächen begrenzt werden, die den genannten Winkel  $\beta$  einschließen. Solche Auskoppelstrukturen können beispielsweise durch eine Mehrzahl an das Fenster angefügte oder aus dem Fenster geformte Prismen oder Pyramiden sein, deren Seitenflächen so angeordnet sind, daß zumindest jeweils zwei Seitenflächen einen die Auskoppelbedingung erfüllenden Winkel einschließen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die der Hauptfläche des Fensters gegenüberliegende Seite als Montagefläche des Chips vorgesehen. Dabei können beispielsweise die Seitenflächen des Fensters einen die Auskoppelbedingung erfüllenden Winkel  $\beta$  einschließen. Unter Seitenflächen sind dabei insbesondere die Fensterflanken, d.h. die von der Hauptfläche zur gegenüberliegenden Seite des Fensters verlaufenden Begrenzungsflächen des Fensters zu verstehen.

Besonders bevorzugt sind bei dieser Ausführungsform Fenster mit einem zu der Hauptfläche parallelen Querschnitt, im folgenden als lateraler Querschnitt bezeichnet, der die Form eines Dreiecks mit den Innenwinkeln  $\beta$ ,  $\gamma$ , und  $\delta$  besitzt, wobei  
5 zumindest einer dieser Winkel die oben genannte Auskoppelbedingung erfüllt.

Die Strahlungsausbeute wird vorteilhafterweise weiter erhöht, wenn zwei oder sogar alle drei Innenwinkel die Auskoppelbedingung erfüllen. Besonders bevorzugt sind daher Fenster mit  
10 einem lateralen dreieckigen Querschnitt mit Innenwinkeln  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\delta$ , für die gilt

$$\begin{aligned} 90^\circ - \alpha_t &< \beta < 2 \alpha_t, \\ 90^\circ - \alpha_t &< \gamma < 2 \alpha_t, \\ 90^\circ - \alpha_t &< \delta < 2 \alpha_t. \end{aligned}$$

15

Bei einem solchen Querschnitt ist für Strahlungsanteile, die in der Querschnittsebene propagieren, gewährleistet, daß jeder Strahlungsanteil nach maximal einer Totalreflexion beim Auftreffen auf die nächste Grenzfläche des Fensters zumindest  
20 teilweise ausgekoppelt wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft die Anwendung der Auskoppelbedingung auf Fenster, die eine relativ zur Mehrschichtstruktur schräg oder konkav verlaufende oder gestufte Seitenfläche aufweisen, so daß sich das Fenster von der Mehrschichtstruktur aus gesehen mit wachsendem Abstand zur Mehrschichtstruktur verjüngt. Durch die schräge Anordnung der Seitenfläche zur Mehrschichtstruktur wird der Einfallswinkel für innerhalb der aktiven Schicht erzeugte Strahlung relativ zu der betreffenden Seitenfläche verringert und so die Auskopplung weiter erhöht.  
30

Besonders bevorzugt ist hierbei eine Formgebung, bei der das Fenster eine relativ zur Mehrschichtstruktur schräg oder konkav verlaufende oder gestufte Seitenfläche aufweist, der von  
35

der Mehrschichtstruktur aus gesehen eine senkrecht zur Mehrschichtstruktur verlaufende Seitenfläche nachgeordnet ist und sich insbesondere an erstere anschließt.

- 5 Die senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordnete Seitenfläche erleichtert dabei die Herstellung und Montage des Fensters, während die schräge Seitenfläche vor allem die Strahlungsausbeute erhöht. Weitergehend können dazu Seitenflächen der Fensters, insbesondere schräg zur Mehrschichtstruktur angeordnete Seitenflächen, aufgerauht sein.

Als Montagefläche des Chips kann bei dieser Formgebung die der Hauptfläche gegenüberliegende, vorzugsweise zur Hauptfläche parallele Seite des Fensters dienen, mit der der strahlungsemitierende Chip in ein entsprechendes Gehäuse eingelötet oder eingeklebt sein kann.

Bevorzugt schließen bei dieser Form zwei Seitenflächen des Fenstersockels einen Winkel ein, der die Auskoppelbedingung erfüllt. Unter dem Fenstersockel ist dabei der Bereich des Fensters zu verstehen, der durch die senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordneten Seitenflächen begrenzt wird. Besonders bevorzugt ist hierbei wiederum eine Formgebung, bei der der Fenstersockel einen lateralen Querschnitt in Form eines Dreiecks aufweist, wobei mindestens ein Dreiecksinnenwinkel die Auskoppelbedingung erfüllt. Allgemein ist für den Fenstersockel eine Prismenform vorteilhaft, bei der möglichst viele Innenwinkel die Auskoppelbedingung erfüllen.

30 Vorzugsweise ist bei der Erfindung die Mehrschichtstruktur epitaktisch hergestellt und das Fenster aus einem zur Epitaxie verwendeten Substrat gefertigt. Damit wird vorteilhaft der zur Herstellung des Chips erforderliche Aufwand gering gehalten, da das Fenster zugleich als Epitaxiesubstrat dient.

35

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Materialien für das Fenster und die Mehrschichtstruktur, ins-

- besondere die darin enthaltene aktive Schicht, so gewählt, daß der Brechungsindex des Fensters größer ist als der Brechungsindex der Mehrschichtstruktur bzw. der darin enthaltenen aktiven Schicht. Der Übergang von der Mehrschichtstruktur in das Fenster stellt dann einen Übergang in ein optisch dichter Medium dar, so daß an der Grenzfläche zwischen Mehrschichtstruktur und Fenster keine Totalreflexion der innerhalb der Mehrschichtstruktur erzeugten Strahlung auftritt.
- 10 Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft strahlungsemittierende Halbleiterchips auf GaN-Basis. Bei diesen Halbleiterchips enthält die Mehrschichtstruktur, insbesondere die aktive Schicht, GaN, AlGaN, InGaN oder InAlGaN. Die aktive Schicht kann dabei auch als Schichten-
- 15 folge, beispielsweise in Form einer Quantentopf-Struktur, ausgeführt sein. Derartige Mehrschichtstrukturen werden in der Regel epitaktisch hergestellt, wobei sich als Epitaxie-substrat insbesondere SiC-Substrate oder Saphirsubstrate eignen.
- 20 Das Fenster wird vorzugsweise aus den verwendeten Epitaxie-substraten gefertigt. Zur Erfüllung der Auskoppelbedingungen ist bei einem SiC-Substrat mit einem Brechungsindex von etwa 2,7 eine teilweise Umhüllung im Bereich der den Winkel  $\beta$  einschließenden Begrenzungsflächen mit einem Brechungsindex  $n_0$
- 25 größer 1,35 erforderlich, da die Auskoppelbedingung nur für ein Brechungsindexverhältnis  $n_F/n_0 < 2$  erfüllbar ist. Dies wird im folgenden noch genauer erläutert.
- 30 Als Umhüllung können insbesondere Reaktionsharze, beispielsweise Epoxidharze, Acrylharze, Silikonharze oder eine Mischung dieser Harze dienen. Hierbei zeichnen sich Epoxidharze durch eine hohe Transparenz und Silikonharze durch eine besonders gute Strahlungsbeständigkeit, insbesondere im blau-
- 35 grünen, blauen und ultravioletten Spektralbereich, aus.



Weitere Merkmale, Vorzüge und Zweckmäßigkeiten der Erfindung werden nachfolgend anhand von acht Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 7 erläutert.

5 Es zeigen:

Figur 1a und 1b eine schematische Schnittdarstellung und eine Aufsicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Bauelements,

10

Figur 2a und 2b jeweils eine schematische Teilschnittdarstellung eines ersten und eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Chips,

15

Figur 3 eine schematische Schnittdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Chips,

20 Figur 4 eine schematische perspektivische Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Chips,

Figur 5a und 5b eine schematische perspektivische Darstellung und eine Schnittdarstellung eines fünften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Chips,

25 Figur 6a und 6b eine schematische Schnittdarstellung und eine perspektivische Darstellung eines sechsten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Chips,

30 Figur 7 eine schematische Darstellung des Auskoppelgrades eines siebten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Chips im Vergleich zu

einem strahlungsemittierenden Chip nach dem Stand der Technik und

Figur 8 eine schematische Schnittdarstellung  
5 eines strahlungsemittierenden Chips nach dem Stand der Technik.

Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

10

Das in Figur 1a im Schnitt und 1b in der Aufsicht dargestellte Bauelement umfaßt einen strahlungsemittierenden Chip 2, der in einer Ausnehmung 23 eines Gehäusegrundkörpers 24 angeordnet ist. Die Seitenwände der Ausnehmung sind ange-  
15 schrägt und dienen als Reflektor für die von dem Chip 2 erzeugte Strahlung.

Der strahlungsemittierende Chip 2 weist ein Fenster 5 mit einer Hauptfläche 19 auf, auf der eine Mehrschichtstruktur 9  
20 angeordnet ist. Die Schnittebene der in Figur 1a gezeigten Ansicht steht senkrecht auf der Hauptfläche 19.

Innerhalb der Mehrschichtstruktur 9 ist eine strahlungserzeugende aktive Schicht 10 ausgebildet. Auf der von dem Fenster  
25 5 abgewandten Seite ist die Mehrschichtstruktur 9 mit einer oberen Kontaktfläche 21, das Fenster auf der der Hauptfläche 19 gegenüberliegenden Seite mit einer unteren Kontaktfläche 22 versehen.

30 In den Gehäusegrundkörper ist ein Leiterrahmen 25 eingebettet, wobei Leiterrahmenanschlüsse 26a, 26b seitlich aus dem Gehäusegrundkörper 24 herausgeführt sind. Der Chip 2 ist mit der unteren Kontaktfläche 22 auf einen Chipanschlußbereich des Leiterrahmens 25 montiert. Der Chip 2 kann beispielsweise  
35 aufgelötet oder mittels eines elektrisch leitfähigen Haftmittels aufgeklebt sein. Von der oberen Kontaktfläche 21 aus ist

eine Drahtverbindung 27 zu einem Drahtanschlußbereich des Leiterraumens geführt.

Die Ausnehmung 23 in dem Gehäusegrundkörper ist mit einer stahlungsdurchlässigen, den Chip 2 umhüllenden Formmasse 28 gefüllt. Dies kann beispielsweise ein Verguß auf der Basis eines Reaktionsharzes sein. Hierfür eignen sich insbesondere Epoxidharze, Acrylharze, Silikonharze oder Mischungen dieser Harze.

10

Weiterhin kann die den Chip 2 umhüllende Formmasse 28 Leuchtstoffe enthalten, die einen Teil der von dem Chip erzeugten Strahlung in Strahlung anderer Wellenlänge umwandelt. Die von dem Bauelement erzeugte Strahlung kann beispielsweise aufgrund additiver Farbmischung den optischen Eindruck mischfarbigen oder insbesondere weißen Lichts hervorrufen. Geeignete Leuchtstoffe sind zum Beispiel Leuchtstoffe mit der allgemeinen Formel  $A_3B_5X_{12}:M$ , wobei  $A_3B_5X_{12}$  einen Wirtskristall und M ein darin eingebautes Leuchtzentrum, vorzugsweise ein Atom oder Ion aus der Gruppe der Seltenen Erden wie beispielsweise Ce, bezeichnet. Als effiziente Leuchtstoffe haben sich die Verbindungen YAG:Ce ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ ), TAG:Ce ( $Tb_3Al_5O_{12}:Ce$ ), TbYAG:Ce ( $(Tb_xY_{1-x})_3Al_5O_{12}:Ce$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ), GdYAG:Ce ( $(Gd_xY_{1-x})_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ) und GdTbYAG:Ce ( $(Gd_xTb_yY_{1-x-y})_3Al_5O_{12}:Ce^3$ ,  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ ) sowie hierauf basierende Gemische erwiesen. Dabei kann Al zumindest teilweise durch Ga oder In ersetzt sein.

Das Fenster 5 des Chips 2 kann beispielsweise aus einem SiC-Substrat gefertigt sein, auf dem die Mehrschichtstruktur 9 in Form einer GaN-basierenden Halbleiterschichtenfolge aufgewachsen ist.

Der Chip 2 weist einen lateralen Querschnitt in Form eines Dreiecks auf. Dabei schließen zwei Seitenflächen 6,7 des Fensters einen Innenwinkel  $\beta$  des Dreiecks ein, der die Auskoppelbedingung erfüllt.

10

Die Auskoppelbedingung wird im folgenden anhand der Figuren 2a und 2b genauer erläutert. Figur 2a und 2b zeigen jeweils eine Teilschnittansicht eines Fensters 5 eines erfindungsge-  
mäßigen strahlungsemittierenden Chips. Das Fenster 5 weist eine  
5 erste Begrenzungsfläche 6 und eine zweite Begrenzungsfläche 7  
auf, die auf der Schnittebene senkrecht stehen und einen Winkel  $\beta$  einschließen, der die Auskoppelbedingung erfüllt. Dadurch ist gewährleistet, daß - ohne Beschränkung der Allgemeinheit - nach einer Totalreflexion an der ersten Begren-  
10 zungsfläche 6 die Strahlung an der zweiten Begrenzungsfläche 7 zumindest teilweise ausgekoppelt wird bzw. nicht ein zweites Mal totalreflektiert wird.

Man betrachtet dazu in Figur 2a den Strahl 1, der unter einem  
15 Einfallswinkel  $\theta_1$  auf die erste Begrenzungsfläche 6 trifft, dort totalreflektiert wird und nachfolgend unter einem Winkel  $\theta_2$  auf die Begrenzungsfläche 7 einfällt. Damit der Strahl 1 an der zweiten Begrenzungsfläche nicht ein zweites Mal totalreflektiert wird, muß der Einfallswinkel  $\theta_2$  kleiner als der  
20 Totalreflexionswinkel  $\alpha_t$  sein bzw. der Strahl innerhalb des Auskopplungskegels 3 auftreffen.

Der Winkel  $\beta$  ist also einerseits so groß zu wählen, daß, wie in Figur 2a dargestellt, der Strahl 1 bezüglich der in Figur  
25 2a rechtsseitigen Berandung 4b innerhalb Auskopplungskegels 3 auf die Grenzfläche 7 auftrifft, wobei gilt

$$\theta_2 < \alpha_t \quad (1)$$

30 Andererseits ist  $\beta$  so klein zu wählen, daß, wie in Figur 2b dargestellt, der Strahl 1 auch bezüglich der in Figur 2b linksseitigen Berandung 4a des Auskopplungskegels 3 auf die Grenzfläche auftrifft, wobei wiederum gilt

$$\theta_2 < \alpha_t \quad (2)$$

11

Im ersten, in Figur 2a dargestellten Fall ergibt sich für den Zusammenhang von  $\beta$ ,  $\theta_1$  und  $\theta_2$

$$\theta_2 = \theta_1 - \beta, \quad (3)$$

5

so daß aus (1) folgt

$$\beta > \theta_1 - \alpha_t \quad (4)$$

10 Da der Strahl 1 an der Begrenzungsfläche 6 total reflektiert wird, liegt  $\theta_1$  zwischen  $90^\circ$  und  $\alpha_t$ . Die Bedingung (4) ist somit für alle möglichen Winkel  $\theta_1$  erfüllt, wenn gilt

$$\beta > 90^\circ - \alpha_t \quad (5)$$

15

Für den in Figur 2b dargestellten zweiten Fall gilt zwischen  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  und  $\beta$  der Zusammenhang

$$\theta_2 = \beta - \theta_1 \quad (6)$$

20

Aus (2) folgt damit

$$\beta < \alpha_t + \theta_2 \quad (7)$$

25 Wiederum liegt aufgrund der ersten Totalreflexion an der Grenzfläche 6 der Winkel  $\theta_1$  zwischen  $\alpha_t$  und  $90^\circ$ , so daß (7) für alle möglichen Winkel  $\theta_1$  erfüllt ist, wenn gilt

$$\beta < 2\alpha_t \quad (8)$$

30

Aus der Kombination der durch (5) gegebenen Untergrenze für  $\beta$  und der durch (8) gegebenen Obergrenze für  $\beta$  folgt die Auskoppelbedingung

35

$$90^\circ - \alpha < \beta < 2\alpha_t \quad (9)$$

12

Der Totalreflexionswinkel  $\alpha_t$  ist hierbei für ein Fenster 5 mit dem Brechungsindex  $n_F$  und ein angrenzendes Medium mit einem bezüglich  $n_F$  kleineren Brechungsindex  $n_0$  gegeben durch

5 
$$\alpha_t = \arcsin (n_0/n_F) . \quad (10)$$

Um die Auskoppelbedingung zu erfüllen, muß  $\alpha_t$  größer als  $30^\circ$  sein. Ansonsten wäre die Untergrenze für  $\beta$  größer als  $60^\circ$  und die Obergrenze für  $\beta$  kleiner als  $60^\circ$ , so daß die beiden Un-  
10 gleichungen der Auskoppelbedingung durch keinen Wert für  $\beta$  gleichzeitig erfüllt sind.

Demnach muß das Brechungsindexverhältnis  $n_0/n_F$  Gleichung (10) zufolge größer als 0,5 sein. Dem entspricht, daß der Bre-  
15 chungsindex  $n_F$  des Fensters maximal doppelt so groß sein darf wie der Brechungsindex des angrenzenden Mediums  $n_0$ . Andernfalls ist die Auskoppelbedingung nicht erfüllbar.

Für hochbrechende Materialien wie beispielsweise SiC mit ei-  
20 nem Brechungsindex von etwa  $n_0=2,7$  kann dies durch ein den strahlungsemittierenden Chip umgebendes Medium in Form einer entsprechende Umhüllung, beispielsweise einer Vergußmasse mit einem Brechungsindex  $n_0 > 1,35$ , erreicht werden. Zum Beispiel beträgt für eine Vergußmasse mit einem typischen Brechungs-  
25 dex von  $n_0 = 1,5$  der Totalreflexionswinkel  $\alpha_t$  etwa  $34^\circ$ . Aus der Auskoppelbedingung (9) ergibt sich damit für  $\beta$  ein Bereich

$$56^\circ < \beta < 68^\circ .$$

30

In Figur 3 ist der laterale Querschnitt einer besonders vorteilhaften Fensterform eines erfindungsgemäßen Chips dargestellt.

35 Der Querschnitt weist die Form eines Dreieckes auf, wobei für alle drei Innenwinkel  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\delta$  die Auskoppelbedingung erfüllt ist. Für das oben genannte Beispiel eines SiC-Fensters

mit einem Brechungsindex  $n_F=2,7$  und einem Verguß mit einem Brechungsindex  $n_0=1,5$  wäre dies insbesondere auch für ein gleichseitiges Dreieck ( $\beta = \gamma = \delta = 60^\circ$ ) der Fall. Mit großem Vorteil wird jeder innerhalb der Querschnittsebene verlaufende Strahl entweder direkt nach dem Auftreffen auf eine Seitenfläche ausgekoppelt, vgl. Strahlen 1a, 1b, 1c, oder maximal einmal totalreflektiert, vgl. Strahlen 1d, 1e, 1f. Ein fortgesetzter Umlauf unter mehrfacher Totalreflexion, wie er beispielsweise in Figur 8 dargestellt ist, kann nicht auftreten.

In Figur 4 ist perspektivisch ein Fensters 5 eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips dargestellt. Im Unterschied zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel weist der laterale Querschnitt eine quadratische Einhüllende 16 auf. Umfangsseitig ist das Fenster mit einer gezackten Auskoppelstruktur 17 versehen, deren äußere Kanten von je zwei Flächen 6, 7 gebildet werden, die einen die Auskoppelbedingung erfüllenden Winkel  $\beta$  einschließen. Bei der Herstellung eines solchen Fensters kann vorteilhafterweise ein herkömmliches Fenster mit quadratischem Querschnitt verwendet werden, das durch Abtragung der entsprechenden Bereiche, beispielsweise durch Einsägen oder Ätzen, mit der gezeigten zackenförmigen Auskoppelstruktur 17 versehen wird.

In Figur 5a ist perspektivisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips dargestellt. Auf ein Fenster 5 ist hier eine Mehrschichtstruktur 9 mit einer strahlungsaktiven Schicht 10 aufgebracht, so daß die Mehrschichtstruktur 9 an eine Hauptfläche 19 des Fensters 5 grenzt. Parallel zu dieser Hauptfläche weist das Fenster einen quadratischen lateralen Querschnitt auf und ist auf der der Hauptfläche gegenüberliegenden Seite mit einer Auskoppelstruktur 17 versehen, die sich aus einer Mehrzahl von Pyramiden zusammen setzt. Der Winkel  $\beta$  zwischen

zwei einander gegenüberliegenden Pyramidenseitenflächen ist dabei so gewählt, daß er die Auskoppelbedingung erfüllt.

Die dem Fenster 5 abgewandte Seite der Mehrschichtstruktur 9 ist mit einer Kontaktfläche 22 versehen, über die im Betrieb der Betriebsstrom in die strahlungsaktive Schicht eingeprägt wird. Die Kontaktfläche 22 dient zugleich als Montageseite des Chips. Beispielsweise kann der Chip wie bereits beschrieben mit dieser Kontaktfläche auf einer Chipmontagefläche eines geeigneten Gehäuses befestigt werden. Eine weitere Kontaktfläche (nicht dargestellt) kann zum Beispiel an den Seitenflächen des Fensters angebracht sein, sofern das Fenster elektisch leitfähig ist.

In Figur 5b ist im Schnitt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels dargestellt. Hier sind auf der dem Fenster 5 abgewandten Seite der Mehrschichtstruktur 9 zwei Kontaktflächen 22 und 23 angeordnet. Ein Teil der Mehrschichtstruktur 9 einschließlich der aktiven Schicht 10 ist abgetragen und eine der beiden Kontaktflächen 23 auf dem an der Stelle der Abtragung verbleibenden Teil der Mehrschichtstruktur 9 angeordnet. Die andere Kontaktfläche 22 ist wie bei dem in Figur 5a gezeigten Chip auf der dem Fenster 5 gegenüberliegenden Hauptfläche der Mehrschichtstruktur 9 aufgebracht.

Bei dieser Anordnung ist der zwischen Fenster 5 und aktiver Schicht 10 liegende Bereich der Mehrschichtstruktur 9 mit der Kontaktfläche 23 verbunden, so daß ein über die Kontaktflächen 22 und 23 eingeprägter Betriebsstrom durch die aktive Schicht 10 fließt.

Vorteilhafterweise kann bei diesem Ausführungsbeispiel wie auch bei dem vorigen Ausführungsbeispiel bei der Herstellung des Fensters von einer herkömmlichen, würfelartigen oder quaderförmigen Fensterstruktur ausgegangen werden, so daß bestehende Herstellungsverfahren und -vorrichtungen teilweise weiter verwendet werden können. Die Auskoppelpyramiden können



15

beispielsweise durch Ätzen oder Einsägen hergestellt werden. Im letzten Fall wird dazu ein V-förmiges Formsägeblatt verwendet und das Fenster auf der der Mehrschichtstruktur 9 gegenüberliegenden Seite entlang der zueinander orthogalen Sä-  
5 gelinien 11a und 11b mehrfach parallel eingesägt.

In Figur 6a ist eine schematische Schnittdarstellung, in Figur 6b eine zugehörige perspektivische Darstellung eines besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsge-  
10 mäßigen strahlungsemittierenden Chips dargestellt. Der Chip weist wie das zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel eine strahlungsaktive Schicht 10 umfassende Mehrschichtstruktur 9 auf, die an eine Hauptfläche 19 eines Fensters 5 grenzt. Die Schnittebene der in Figur 6a gezeigten Schnittdarstellung  
15 steht senkrecht auf der Mehrschichtstruktur bzw. der Hauptfläche des Fensters 5.

Im Unterschied zu den vorigen Ausführungsbeispielen weist das Fenster schräg zur Mehrschichtstruktur 9 verlaufende Seiten-  
20 flächen 13a auf, die jeweils in senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordnete Seitenflächen 13b übergehen. Eine solche Fensterform kann beispielsweise durch Einsägen des Fensters 5 von der der Mehrschichtstruktur 9 abgewandeten Seite her mit einem geeigneten Formsägeblatt hergestellt werden.

25

Durch die Schrägstellung der Seitenflächen 13a wird für die dort auftreffende Strahlung 1a der Einfallswinkel verringert und entsprechend der Anteil der ausgekoppelten Strahlung erhöht.

30

Hingegen werden Strahlungsanteile 1b, die auf die senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordneten Seitenflächen 13b, also im Bereich des Fenstersockel, auftreffen, leichter total reflektiert, so daß die Strahlungsauskopplung im Bereich des  
35 Fenstersockels geringer ist als in dem Bereich der schräggestellten Fensterseitenflächen 13a.

- Hierbei ist es vorteilhaft, den Fenstersockel so zu formen, daß zumindest zwei seiner Begrenzungsflächen, vorzugsweise zwei Seitenflächen, einen Winkel  $\beta$  einschließen, der die Auskoppelbedingung erfüllt. Besonders vorteilhaft ist hierbei
- 5 ein Fenstersockel in Form eines Dreiecksprismas, vgl. Figur 6b, wobei vorzugsweise zwei oder sogar alle drei Innenwinkel  $\beta$ ,  $\gamma$ , und  $\delta$  des lateralen dreieckigen Querschnitts des Fenstersockels die Auskoppelbedingung erfüllen.
- 10 Zwar wird bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel durch die Auskoppelbedingung nicht in jedem Fall sichergestellt, daß nur maximal eine Totalreflexion auftritt, da die Strahlung nicht ausschließlich parallel zur Hauptebene des Fensters bzw. der Mehrschichtstruktur 9 propagiert, vgl. Strahl 1b.
- 15 Dennoch wird für einen Teil dieser Strahlung eine fortlaufende, die Auskopplung behindernde Totalreflexion unterbunden und der Auskoppelgrad insgesamt erhöht.
- Dies wird durch die in Figur 7 dargestellte Grafik belegt.
- 20 Dargestellt ist der theoretisch berechnete Auskopplungsgrad  $k$ , d.h., die ausgekoppelte Strahlung bezogen auf die insgesamt erzeugte Strahlung für einen Figur 6a entsprechenden Chip mit verschiedenen Kantenlängen  $d$ . Die Linie 14 bzw. die zugehörigen Meßpunkte geben den Auskopplungsgrad für ein Fenster mit quadratischem Querschnitt, die Linie 15 und die zugehörigen Meßpunkte den Auskopplungsgrad für ein der Erfindung entsprechendes Fenster mit einem Querschnitt in Form eines gleichseitigen Dreiecks an. Der Auskoppelgrad wurde mittels eines Raytracing-Programms für ein SiC-Substrat und eine
- 25 Umhüllung mit dem Brechungsindex  $n_F=2,7$  bzw.  $n_0=1,55$  ermittelt. Für diese Brechungsindizes liegt ein Winkel von  $60^\circ$  in dem von der Auskoppelbedingung festgelegten Winkelbereich, so daß alle drei Innenwinkel eines gleichseitigen Dreiecks die Auskoppelbedingung erfüllen.
- 35 Eine Steigerung des Auskopplungsgrades bei der Erfindung wird für den gesamten dargestellten Kantenlängenbereich erreicht

und beträgt teilweise über 25% (bezogen auf den Auskopplungs-  
grad des Fensters mit quadratischem Querschnitt). Somit wird  
mit der Erfindung auch für eine Figur 6a entsprechende Fen-  
sterform eine deutliche Verbesserung der Strahlungsauskoppe-  
lung erzielt.

Die Erläuterung der Erfindung anhand der gezeigten Ausführungsbeispiele stellt selbstverständlich keine Beschränkung der Erfindung hierauf dar.

## Patentansprüche

1. Strahlungsemittierender Chip (2) mit einem strahlungsdurchlässigen Fenster (5), das einen Brechungsindex  $n_F$  besitzt und eine Hauptfläche (19) aufweist, und  
5 einer Mehrschichtstruktur (9), die eine strahlungserzeugende aktive Schicht (10) enthält und an der Hauptfläche (19) des Fensters (5) angeordnet ist,  
wobei das Fenster (5) von einem strahlungsdurchlässigen Medium mit einem Brechungsindex  $n_0$ , der kleiner ist als der  
10 Brechungsindex  $n_F$  Fensters, umgeben ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Fenster (5) zu dem strahlungsdurchlässigen Medium hin  
mindestens von zwei Flächen (6,7) begrenzt wird, die einen  
15 Winkel  $\beta$  einschließen, für den die Beziehung

$$90^\circ - \alpha_t < \beta < 2 \alpha_t$$

erfüllt ist, wobei  $\alpha_t$  gegeben ist durch  
20

$$\alpha_t = \arcsin (n_0/n_F).$$

2. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
25 die zwei Flächen (6,7) Seitenflächen des Fensters (5) sind.

3. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Fenster (5) parallel zu der Hauptfläche (19) einen dreieckigen Querschnitt mit den Innenwinkeln  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\delta$  aufweist.  
30

4. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
für  $\gamma$  die Beziehung  
35

$$90^\circ - \alpha_t < \gamma < 2 \alpha_t$$

19

erfüllt ist.

5. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
5 für  $\delta$  die Beziehung

$$90^\circ - \alpha_t < \delta < 2 \alpha_t$$

erfüllt ist.

10

6. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche  
1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Fenster (5) mindestens eine Seitenfläche (13a) aufweist,  
15 die relativ zur Mehrschichtstruktur (9) derart schräg oder  
gekrümmt verläuft oder gestuft ist, daß sich das Fenster (5)  
von der Mehrschichtstruktur (9) aus gesehen verjüngt.

7. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 6,  
20 dadurch gekennzeichnet, daß  
das Fenster eine senkrecht zur Mehrschichtstruktur (9) ange-  
ordnete Seitenfläche (13b) aufweist, die von der Mehrschicht-  
struktur aus gesehen der schräg oder gekrümmt verlaufenden  
oder gestuft gebildeten Seitenfläche (13a) nachgeordnet ist  
25 und sich insbesondere an diese anschließt.

8. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
zumindest die schräg oder konkav verlaufende oder gestufte  
30 Seitenfläche (13a) aufgerauht ist.

9. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche  
1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
35 die Mehrschichtstruktur (9) epitaktisch hergestellt ist und  
das Fenster (5) aus einem zur Epitaxie verwendeten Substrat  
gefertigt ist.

20

10. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
der Brechungsindex  $n_F$  des Fensters größer als der Brechungs-  
index der Mehrschichtstruktur (9), insbesondere der  
aktiven Schicht (10) ist.

11. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die der Mehrschichtstruktur (9) gegenüberliegende Seite des  
Fensters (5) eine Montageseite des Chips (2) ist.

12. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 6 bis 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Fenster (5) im Bereich der senkrecht zur Mehrschicht-  
struktur (9) verlaufenden Seitenfläche (13b) die Form eines  
Prismas aufweist.

13. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die Mehrschichtstruktur aus Halbleiterschichten gebildet ist.

14. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die Mehrschichtstruktur (9) mindestens eine der Verbindungen  
GaN, AlGaN, InGaN oder AlInGaN enthält.

15. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Fenster (5) SiC enthält.

16. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

21

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Fenster (5) Saphir enthält.

17. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche  
5 1 bis 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das das Fenster (5) umgebende Medium ein Reaktionsharz ist.

18. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 17,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Reaktionsharz ein Epoxidharz, ein Silikonharz, ein Acryl-  
harz oder eine Mischung dieser Harze enthält.

19. Strahlungsemittierendes Bauelement,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
es einen strahlungsemittierenden Chip (2) nach einem der An-  
sprüche 1 bis 18 enthält.

20. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 19,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
es einen Gehäusegrundkörper (24) aufweist, auf den der strah-  
lungsemittierende Chip (2) montiert ist.

21. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 20,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
in dem Gehäusegrundkörper (24) eine Ausnehmung (23) gebildet  
ist, in der der strahlungsemittierende Chip (2) angeordnet  
ist.

30 22. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der Ansprü-  
che 19 bis 21,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die Ausnehmung mit dem den Chip (2) bzw. das Fenster (5)  
umgebenden Medium gefüllt ist.

35

23. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 22,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

22

die Ausnehmung mit einem Reaktionsharz gefüllt ist.

24. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 23,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
5 das Reaktionsharz ein Epoxidharz, ein Silikonharz, ein Acryl-  
harz oder eine Mischung dieser Harze enthält.



1/6

FIG 1a

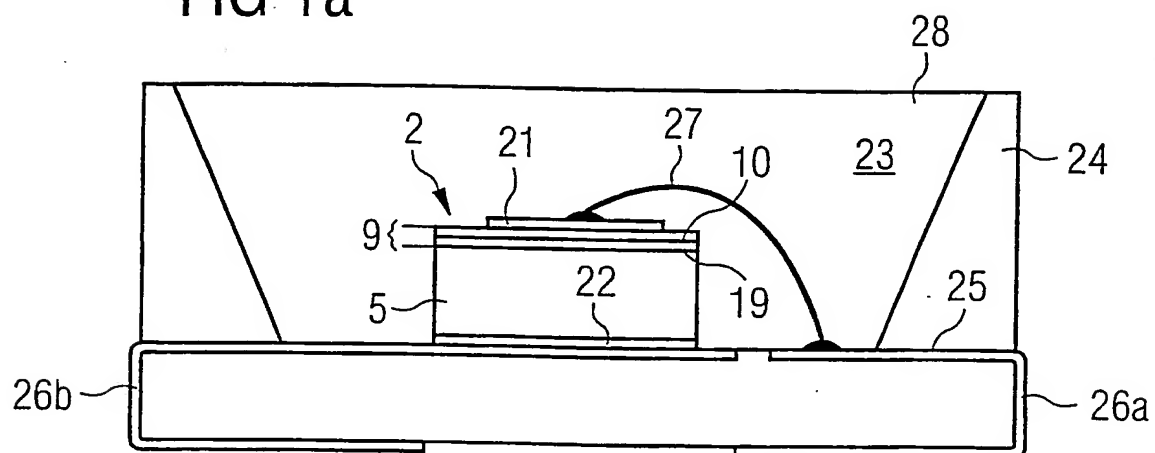
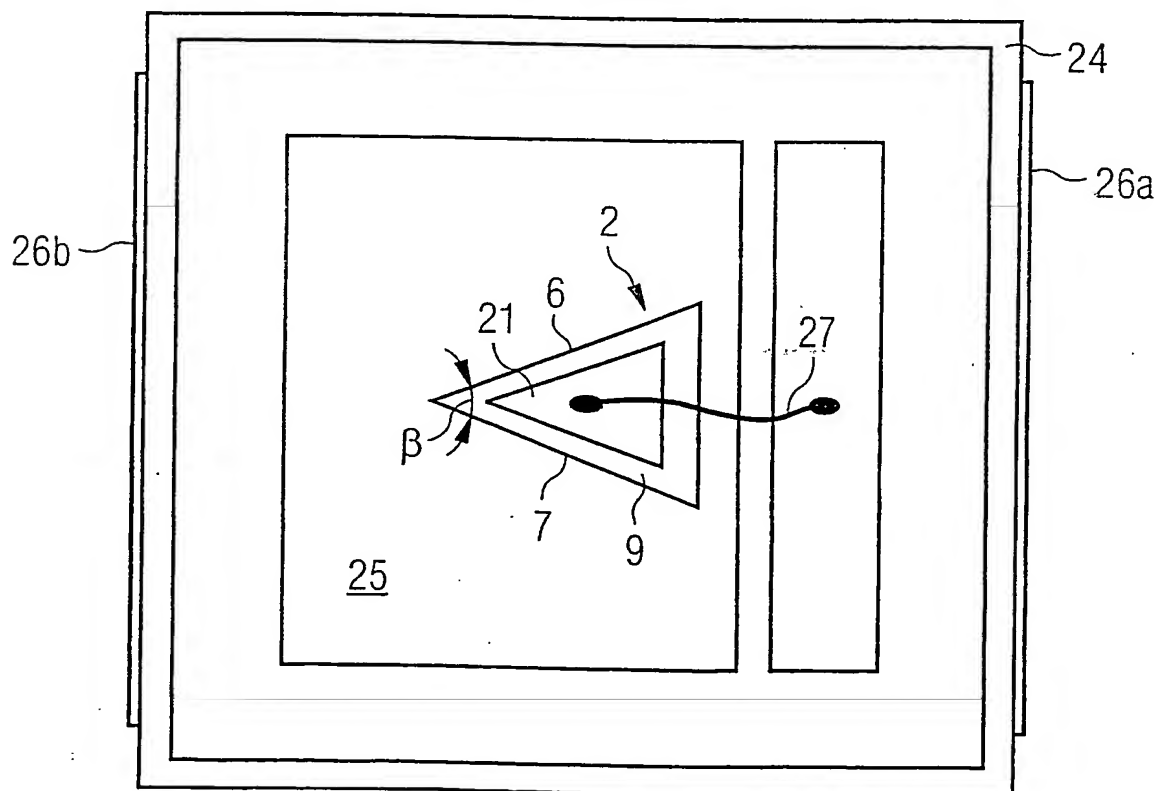


FIG 1b



2/6

FIG 2a

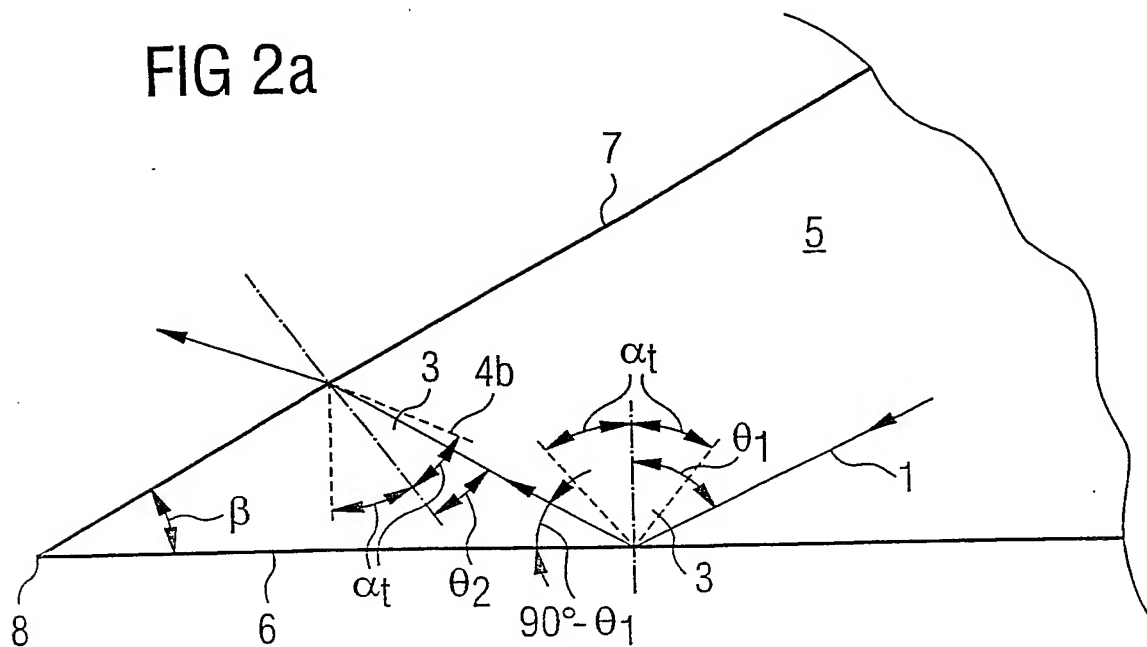
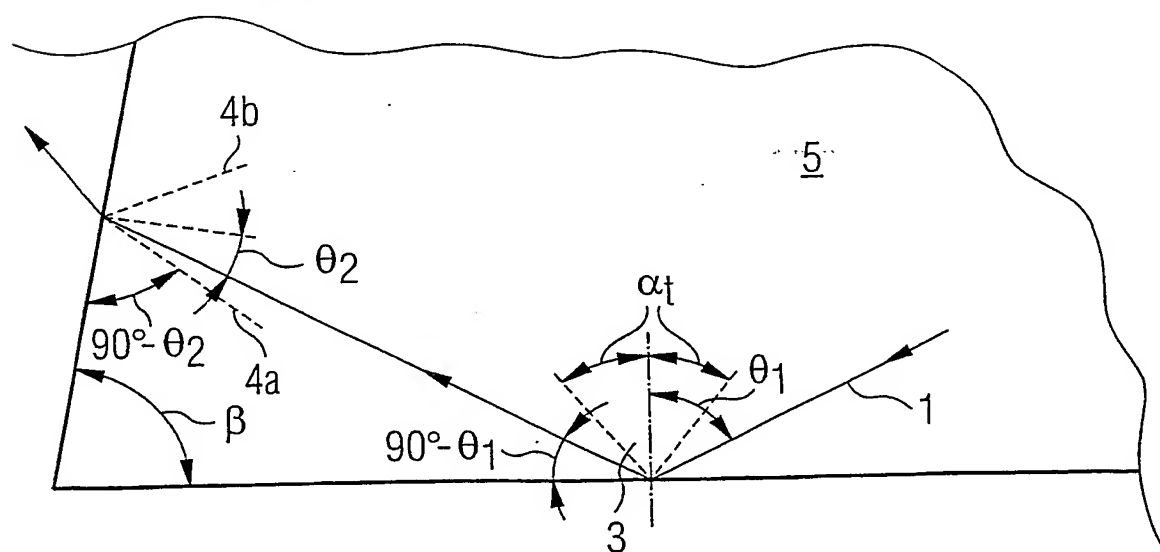


FIG 2b



3/6

FIG 3

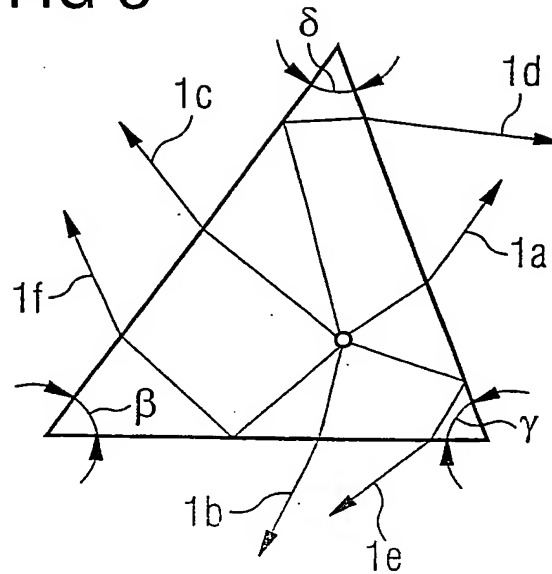
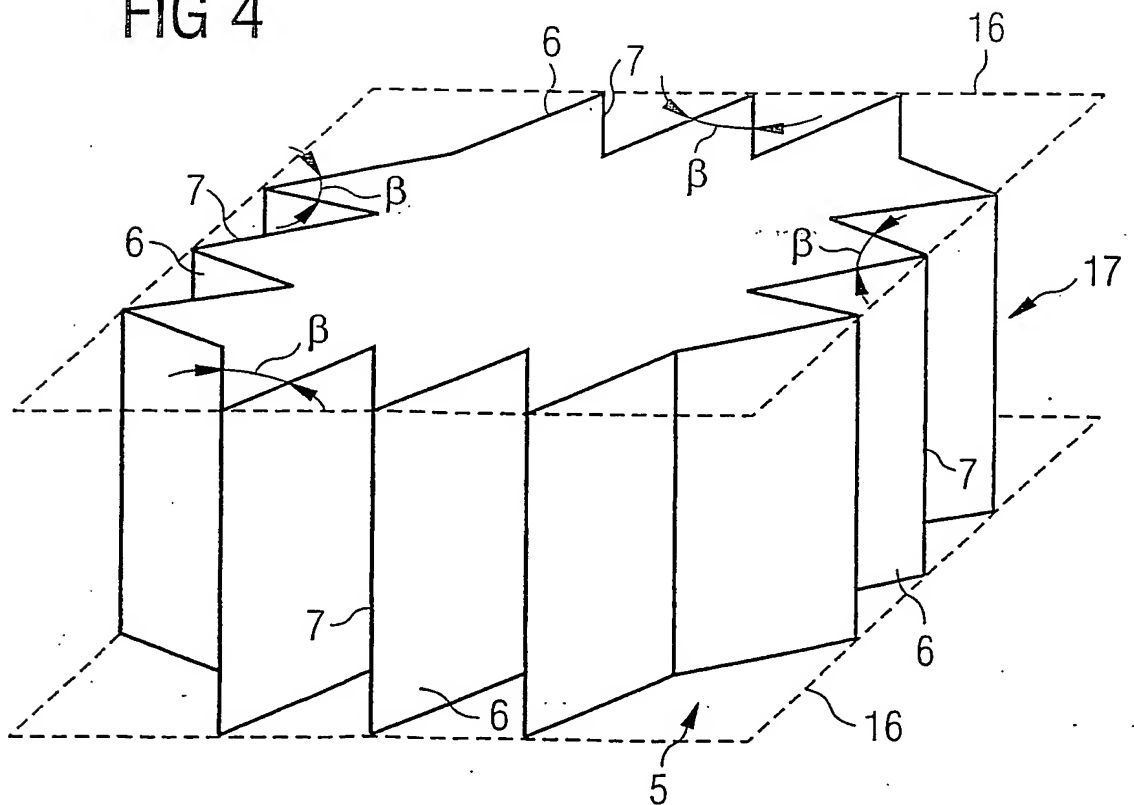


FIG 4



4/6

FIG 5a

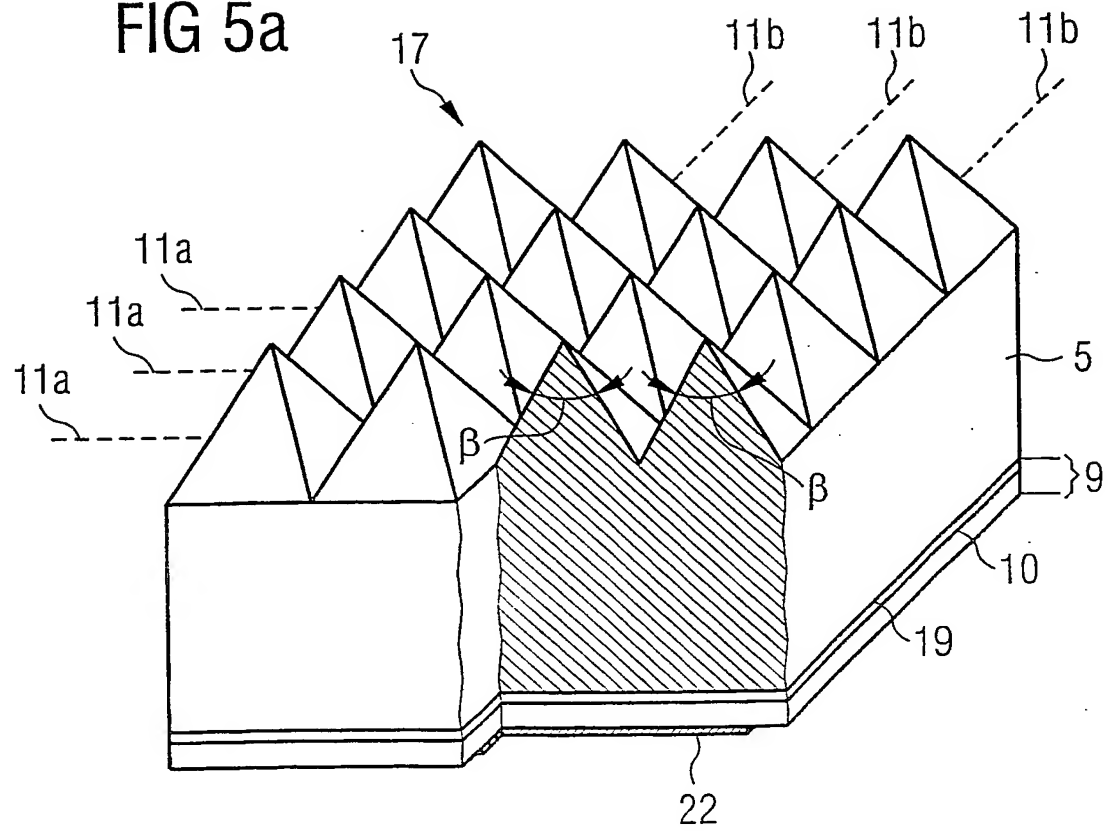
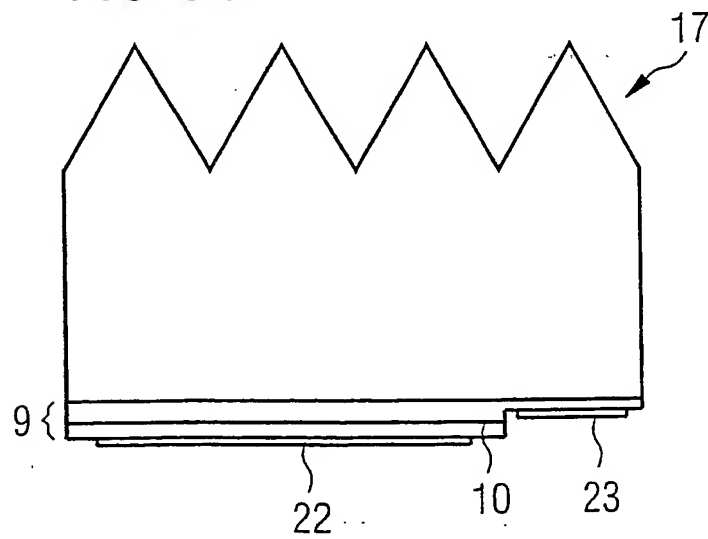


FIG 5b



5/6

FIG 6a

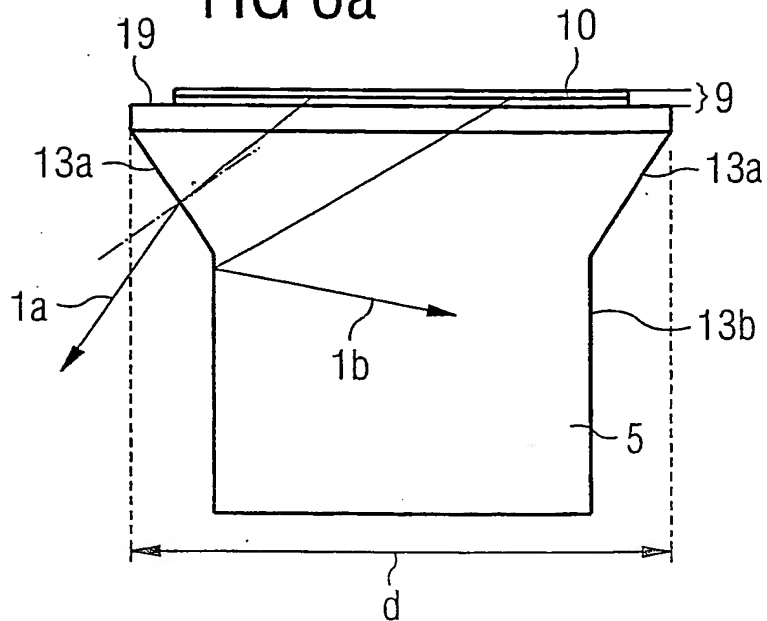


FIG 6b

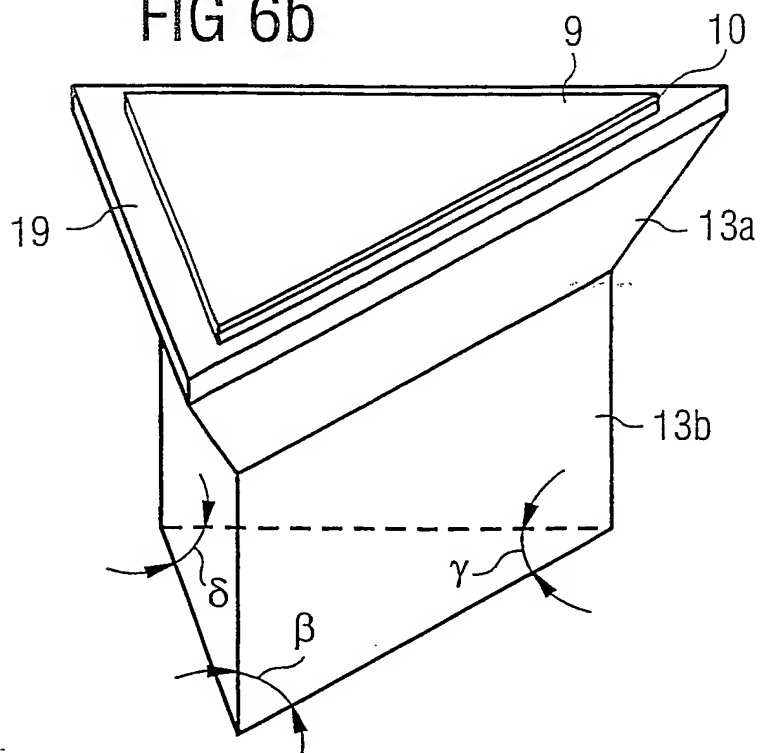


FIG 7

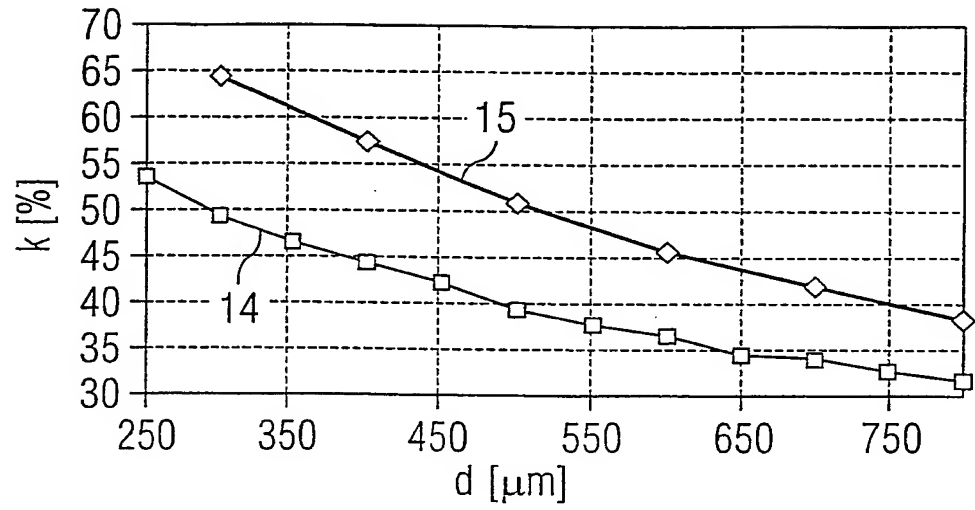
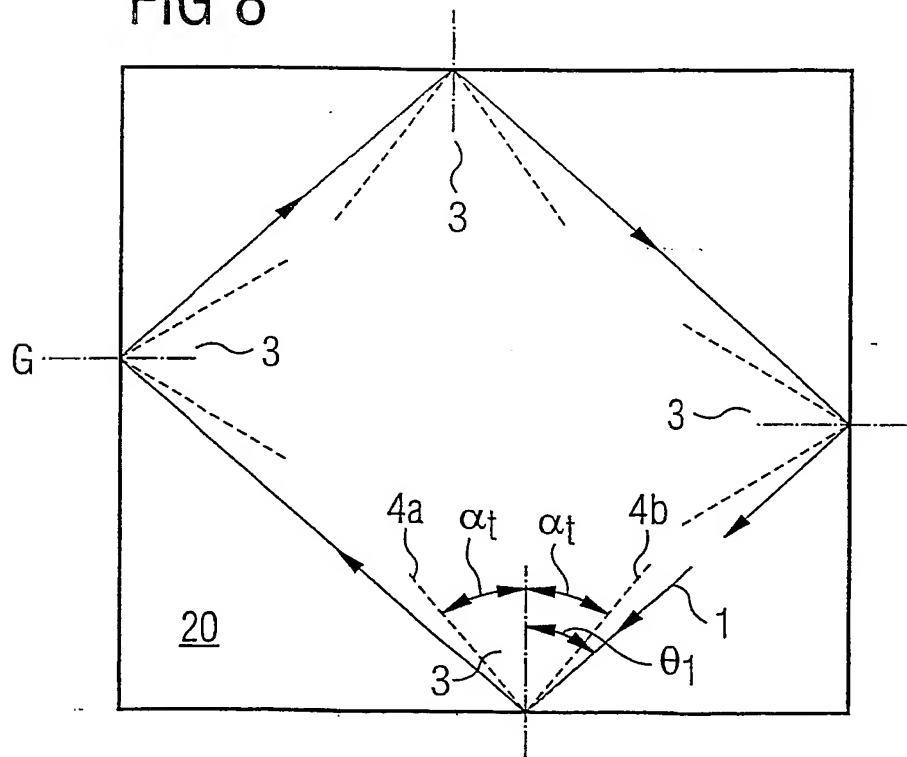


FIG 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/DE 02/02047

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 03, 31 March 1999 (1999-03-31) -& JP 10 326910 A (LEE SONG-JAE), 8 December 1998 (1998-12-08) paragraphs '0002!-'0024!	1-4, 6, 8-24
Y	---	7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 084 (E-239), 18 April 1984 (1984-04-18) & JP 59 004088 A (TOSHIBA CORP), 10 January 1984 (1984-01-10) abstract	7
X	---	
	EP 0 961 328 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 1 December 1999 (1999-12-01) paragraphs '0040!-'0042!	1-5, 8-24
	---	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 December 2002

Date of mailing of the international search report

27/12/2002

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van der Linden, J.E.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

II International Application No

PCT/DE 02/02047

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 929 465 A (HWANG C ET AL) 27 July 1999 (1999-07-27) column 1, line 40 -column 2, line 13 -----	1-5, 8-24
X A	EP 0 405 757 A (HEWLETT PACKARD CO) 2 January 1991 (1991-01-02) page 2, line 9 -page 4, line 52 -----	1, 9-11, 13-24 8
E	WO 02 073705 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS) 19 September 2002 (2002-09-19)  page 11, line 8 -page 13, line 16 -----	1, 2, 6, 8-11, 13-24



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/DE 02/02047

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10326910	A	08-12-1998	KR 245192 B1	15-02-2000
JP 59004088	A	10-01-1984	NONE	
EP 0961328	A	01-12-1999	JP 11340576 A	10-12-1999
			EP 0961328 A2	01-12-1999
			TW 427037 B	21-03-2001
			US 2002063258 A1	30-05-2002
US 5929465	A	27-07-1999	NONE	
EP 0405757	A	02-01-1991	EP 0405757 A2	02-01-1991
			JP 3035568 A	15-02-1991
			US 5087949 A	11-02-1992
WO 02073705	A	19-09-2002	DE 10111501 A1	19-09-2002
			WO 02073705 A2	19-09-2002

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02047

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 03, 31. März 1999 (1999-03-31) -& JP 10 326910 A (LEE SONG-JAE), 8. Dezember 1998 (1998-12-08)	1-4, 6, 8-24
Y	Absätze '0002!-'0024!	7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 084 (E-239), 18. April 1984 (1984-04-18) & JP 59 004088 A (TOSHIBA CORP), 10. Januar 1984 (1984-01-10) Zusammenfassung	7
X	EP 0 961 328 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 1. Dezember 1999 (1999-12-01) Absätze '0040!-'0042!	1-5, 8-24
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Dezember 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2211 RV Rijswijk  
Tel. (+31 70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31 70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

van der Linden, J.E.

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02047

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 929 465 A (HWANG C ET AL) 27. Juli 1999 (1999-07-27) Spalte 1, Zeile 40 -Spalte 2, Zeile 13 -----	1-5,8-24
X	EP 0 405 757 A (HEWLETT PACKARD CO) 2. Januar 1991 (1991-01-02)	1,9-11, 13-24
A	Seite 2, Zeile 9 -Seite 4, Zeile 52 -----	8
E	WO 02 073705 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS) 19. September 2002 (2002-09-19)  Seite 11, Zeile 8 -Seite 13, Zeile 16 -----	1,2,6, 8-11, 13-24

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02047

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10326910	A	08-12-1998	KR 245192 B1	15-02-2000
JP 59004088	A	10-01-1984	KEINE	
EP 0961328	A	01-12-1999	JP 11340576 A	10-12-1999
			EP 0961328 A2	01-12-1999
			TW 427037 B	21-03-2001
			US 2002063258 A1	30-05-2002
US 5929465	A	27-07-1999	KEINE	
EP 0405757	A	02-01-1991	EP 0405757 A2	02-01-1991
			JP 3035568 A	15-02-1991
			US 5087949 A	11-02-1992
WO 02073705	A	19-09-2002	DE 10111501 A1	19-09-2002
			WO 02073705 A2	19-09-2002